

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
16. Mai 2002 (16.05.2002)

PCT

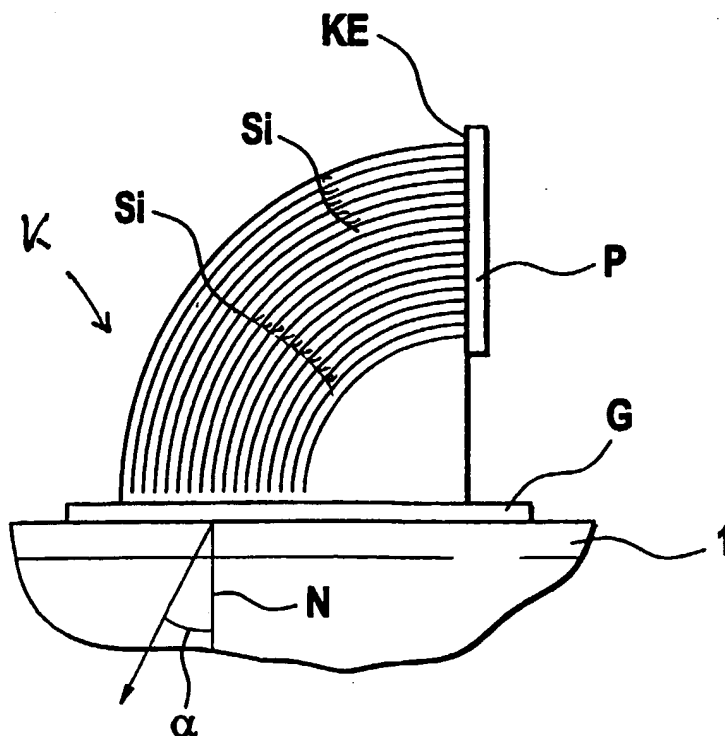
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/39069 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **G01F** (74) **Anwalt:** ANDRES, Angelika; Endress + Hauser (DE)
Holding GmbH, PatServe, Colmarer Strasse 6, 79576 Weil
am Rhein (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/12979
- (22) Internationales Anmeldedatum:
9. November 2001 (09.11.2001) (81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR,
CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,
LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK,
SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA,
ZW.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
100 55 956.5 11. November 2000 (11.11.2000) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von**
US): ENDRESS + HAUSER FLOWTEC AG [CH/CH];
Kägenstrasse 7, CH-4153 Reinach (BL) (CH). (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** eurasisches Patent (AM,
AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent
(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU,
MC, NL, PT, SE, TR).
- (72) **Erfinder; und**
- (75) **Erfinder/Anmelder (nur für US):** WIEST, Achim **Veröffentlicht:**
[DE/DE]; Julius-Hall-Strasse 13, 78166 Donaueschingen (DE) — *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) **Title:** COUPLING ELEMENT FOR AN ULTRASONIC FLOWMETER

(54) **Bezeichnung:** KOPPELEMENT FÜR EIN ULTRASCHALL-DURCHFLUSSMESSGERÄT



(57) **Abstract:** The invention relates to a coupling element (K) for an ultrasonic flowmeter, comprising several segments (Si), which are separate from one another and run from a contact plane (KE) for a piezoelement (P) to a base plate (G). According to the invention, the length of the individual segments (Si) is measured in such a way that ultrasonic waves are emitted from, or received by the base plate (G) at a certain angle α .

(57) **Zusammenfassung:** Bei einem Koppelement (K) für ein Ultraschall-Durchflußmeßgerät sind mehrerer Segmente (Si) vorgesehen, die getrennt voneinander von einer Kontaktebenen (KE) für ein Piezoelement (P) bis zu einer Grundplatte (G) verlaufen. Die Länge der einzelnen Segmente (Si) ist dabei so bemessen, daß an der Grundplatte (G) Ultraschallwellen unter einem bestimmten Winkel α abgestrahlt bzw. empfangen werden.

WO 02/39069 A2



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Koppelement für ein Ultraschall-Durchflußmeßgerät

5 Die Erfindung betrifft ein Koppelement für ein Ultraschall-Durchflußmeßgerät.

Ultraschall-Durchflußmeßgeräte werden vielfach in der Prozeß- und Automatisierungstechnik eingesetzt. Sie erlauben in einfacher Weise, den Volumendurchfluß in einer Rohrleitung berührungslos zu bestimmen.

10

Die bekannten Ultraschall-Durchflußmeßgeräte arbeiten entweder nach dem Doppler- oder nach dem Laufzeitdifferenz-Prinzip.

15

Beim Laufzeitdifferenz-Prinzip werden die unterschiedlichen Laufzeiten von Ultraschallimpulsen relativ zur Stömungsrichtung der Flüssigkeit ausgewertet.

20

Hierzu werden Ultraschallimpulse sowohl in wie auch entgegen der Strömung gesendet. Aus der Laufzeitdifferenz läßt sich die Fließgeschwindigkeit und damit bei bekanntem Durchmesser des Rohrleitungsabschnitts der Volumendurchfluß bestimmen.

25

Beim Doppler-Prinzip werden Ultraschallwellen mit einer bestimmten Frequenz in die Flüssigkeit eingekoppelt und die von der Flüssigkeit reflektierten Ultraschallwellen ausgewertet. Aus der Frequenzverschiebung zwischen den eingekoppelten und reflektierten Wellen läßt sich ebenfalls die Fließgeschwindigkeit der Flüssigkeit bestimmen.

30

Reflexionen in der Flüssigkeit treten jedoch nur auf, wenn Luftbläschen oder Verunreinigungen in dieser vorhanden sind, so daß dieses Prinzip hauptsächlich bei verunreinigten Flüssigkeiten Verwendung findet.

Die Ultraschallwellen werden mit Hilfe sogenannter Ultraschallwandler erzeugt bzw. empfangen. Hierfür sind Ultraschallwandler an der Rohrwandung des betreffenden Rohrleitungsabschnitts fest angebracht. Seit neuerem sind auch
5 Clamp-on-Ultraschall-Meßsysteme erhältlich. Bei diesen Systemen werden die Ultraschallwandler nur noch mit einem Spannverschluß an die Rohrwandung gepreßt. Derartige Systeme sind z. B. aus der EP-B-686 255, US-A 44 84 478 oder US-A 45 98 593 bekannt

10 Ein weiteres Ultraschall-Durchflußmessgerät, das nach dem Laufzeitdifferenz-Prinzip arbeitet, ist aus der US-A 50 52 230 bekannt. Die Laufzeit wird hier mittels Bursts, das sind kurze sinusförmige Ultraschallimpulse, ermittelt.

Die Ultraschallwandler bestehen normalerweise aus einem Piezoelement und
15 einem Koppelkeil aus Kunststoff. Im Piezoelement werden die Ultraschallwellen erzeugt und über den Koppelkeil zur Rohrwandung geführt und von dort in die Flüssigkeit geleitet. Da die Schallgeschwindigkeiten in Flüssigkeiten und Kunststoffen unterschiedlich sind, werden die Ultraschallwellen beim Übergang von einem zum anderen Medium gebrochen. Der Brechungswinkel bestimmt
20 sich nach dem Snell'schen Gesetz. Der Brechungswinkel ist somit abhängig von dem Verhältnis der Ausbreitungsgeschwindigkeiten in den beiden Medien.

Derartigen Koppelkeile aus Kunststoff haben verschiedene Nachteile. In Kunststoffen ist die Schallgeschwindigkeit stark temperaturabhängig. So sinkt
25 die Schallgeschwindigkeit typischerweise von ca. 2500 m/s bei 25° C auf ca. 2200 m/s bei 130° C. Damit ändert sich die Ausbreitungsrichtung der Ultraschallwellen in der Flüssigkeit und zusätzlich die Laufzeit des Ultraschallsignals im Kunststoff.

Beide Änderungen wirken sich bei nach dem Laufzeit-Differenz-Prinzip arbeitenden Meßmethoden ungünstig auf die Genauigkeit des Meßergebnisses aus.

- 5 Ein weiterer Nachteil von Kunststoffen besteht darin, daß sie nur bedingt längere Zeit höheren Temperaturen von 300° standhalten.

Um diese Nachteile zu umgehen, sind bereits Koppelkeile aus Metall bekannt, die jedoch nur in sehr geringem Umfang eingesetzt werden. Der wesentliche
10 Grund hierfür ist der zu geringe Grenzwinkel dieser Koppelkeile.

Oberhalb dieses Grenzwinkels können Ultraschallsignale nicht mehr von der Flüssigkeit in den Koppelkeil einkoppeln. Die Ultraschallsignale werden an der Grenzfläche Flüssigkeit - Metall total reflektiert.

- 15 Aufgabe der Erfindung ist es ein Koppelement für ein Ultraschall-Durchflußmeßgerät anzugeben, das die oben angegebenen Nachteile nicht aufweist, das insbesondere weniger temperaturempfindlich ist und das kostengünstig und einfach herstellbar ist.

- 20 Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Koppelement für ein Ultraschall-Durchflußmeßgerät, das mehrere Segmente aufweist, die getrennt voneinander von einer Grundplatte bis zu einer Kontaktebene für ein Piezoelement verlaufen, wobei die Länge der einzelnen Segmente so bestimmt ist, daß an der Grundplatte Ultraschallwellen unter einem bestimmten Winkel α abgestrahlt
25 bzw. empfangen werden.

- Die wesentliche Idee der Erfindung besteht darin, mehrere Segmente am Koppelement vorzusehen, in denen Ultraschallwellen von der Kontaktebene mit dem Piezoelement bis zu der Grundplatte getrennt voneinander laufen. Die
30 Länge der einzelnen Segmente ist so bestimmt, daß Ultraschallwellen an der

Grundplatte unter einem bestimmten Winkel α abgestrahlt bzw. empfangen werden.

In vorteilhafter Weise ist das Koppelement einstückig hergestellt.

5

Als Material für das Koppelement eignet sich besonders Metall.

Zur Vereinfachung der Herstellung sind die Segmente als Kreissegmente ausgebildet.

10

Nachfolgend ist die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 schematische Darstellung eines Ultraschall-Durchflußmessgeräts und

15

Fig. 2 Schnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Koppelements für ein Ultraschall-Durchflußmessgerät gemäß Fig. 1

Fig. 1 zeigt in stark vereinfachter Darstellung ein Ultraschall-Durchflußmessgerät mit zwei Ultraschallwandlern 2, 3, die auf der Außenwandung einer Rohrleitung 1 achsparallel versetzt angeordnet sind. Die Flüssigkeit F in der Rohrleitung 1 fließt in Pfeilrichtung.

20

Dieses Wandlerpaar kann auf zwei unterschiedliche Weisen betrieben werden.

Entweder wirkt der Ultraschallwandler 2 als Sendewandler und der Ultraschallwandler als 3 als Empfängerwandler oder der Ultraschallwandler 2 als Empfängerwandler und der Ultraschallwandler 3 als Sendewandler, wodurch abwechselnd in Strömungsrichtung bzw. entgegen der Strömungsrichtung gemessen wird.

25

30

Jeder der Ultraschallwandler 2 bzw. 3 besteht aus jeweils einem Piezoelement P2 bzw. P3 und jeweils einem Koppellement 21 bzw. 31, das die Ultraschallsignale unter einem von 90° verschiedenen Winkel α entweder in die Wandung der Rohrleitung ein- bzw. auskoppelt werden. Der Winkel α ist so gewählt, daß das an der gegenüberliegenden Wandung der Rohrleitung 1 reflektierte Signal auf den jeweils anderen Ultraschallwandler trifft.

Die Piezoelemente P2, P3 wandeln entweder elektrische Impulse in mechanische Schwingungen, die eigentlichen Ultraschallsignale, oder umgekehrt mechanische Schwingungen in elektrische Impulse um.

Beide Ultraschallwandler 2,3 sind jeweils über Anschlußleitungen 23 bzw. 33 mit einer Meßschaltung 100 verbunden. Über diese Anschlußleitungen 23, 33 werden die elektrischen Impulse geführt. Derartige Meßschaltungen 100 sind bekannt und nicht Gegenstand der Erfindung.

Fig. 2 zeigt ein erfindungsgemäßes Koppellement K. Von einer Grundplatte G verlaufen mehrere Segmente Si zum Piezoelement P. Das Piezoelement P ist fest mit dem Koppellement K verbunden. Die Ebene an der das Piezoelement P und das Koppellement K berühren wird als Kontaktebenen KE bezeichnet.

In vorteilhafter Weise ist das Koppellement K einstückig ausgebildet. Der Abstand A zwischen den einzelnen Segmenten Si beträgt etwa 1 mm. Die Segmente Si sind selbst etwa 20 mm breit.

Als Material für das Koppellement K eignet sich besonders Metall.

Besonders einfach lassen sich kreisförmige Segmente Si herstellen.

Nachfolgend ist die Funktionsweise der Erfindung anhand eines Sendewandlers näher beschrieben. Die entsprechenden Überlegungen gelten für einen Empfängerwandler.

Das Piezoelement P erzeugt beim Anlegen einer Wechselspannung Ultraschallwellen. Diese Ultraschallwellen werden über die Kontaktebenen KE in das Koppelement K eingeleitet und in den einzelnen Segmenten Si als
5 Teilwellen TW getrennt voneinander geführt. Da die Segmente Si unterschiedliche Längen aufweisen, besitzen die einzelnen Teilwellen unterschiedliche Phasen in der Ebenen der Grundplatte G. Die Länge der einzelnen Segmente S und damit der Phasenunterschied zwischen benachbarten Teilwellen TW ist dabei so berechnet, daß dies gerade einem
10 bestimmten Ausbreitungswinkel α in der Flüssigkeit F entspricht. Der Ausbreitungswinkel α wird relativ zur Flächennormalen N der Grundplatte G bestimmt.

Dadurch daß das Koppelement K aus Metall gefertigt ist, wirken sich
15 Temperaturänderungen nur wenig auf die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Ultraschallwellen im Koppelement K aus. So wird einerseits die Laufzeit des Signals im Koppelement K nur wenig beeinflusst und andererseits bleibt der Winkel unter dem die Ultraschallwellen in die Flüssigkeit F eingekoppelt auch bei Temperaturänderungen werden quasi unverändert.

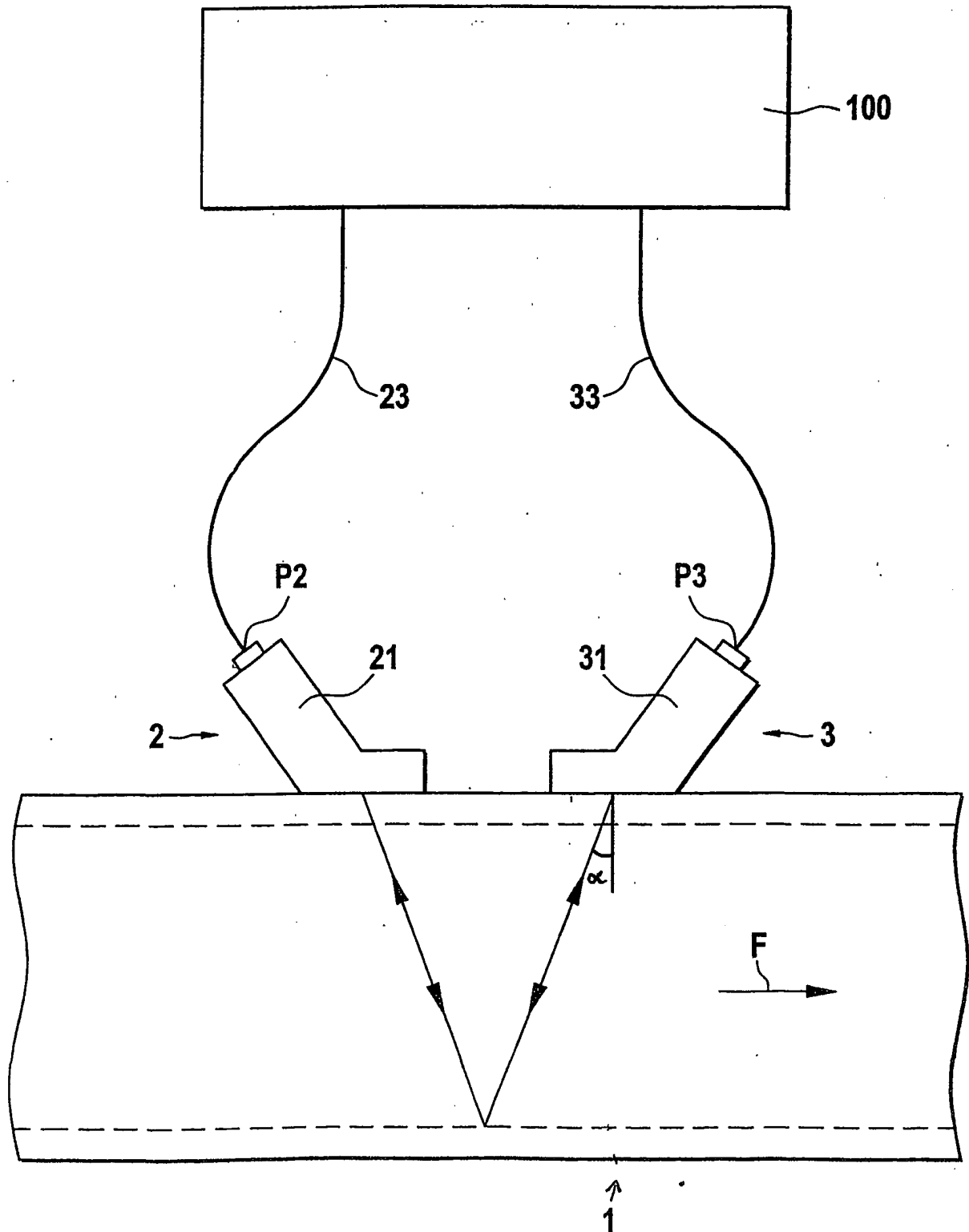
20

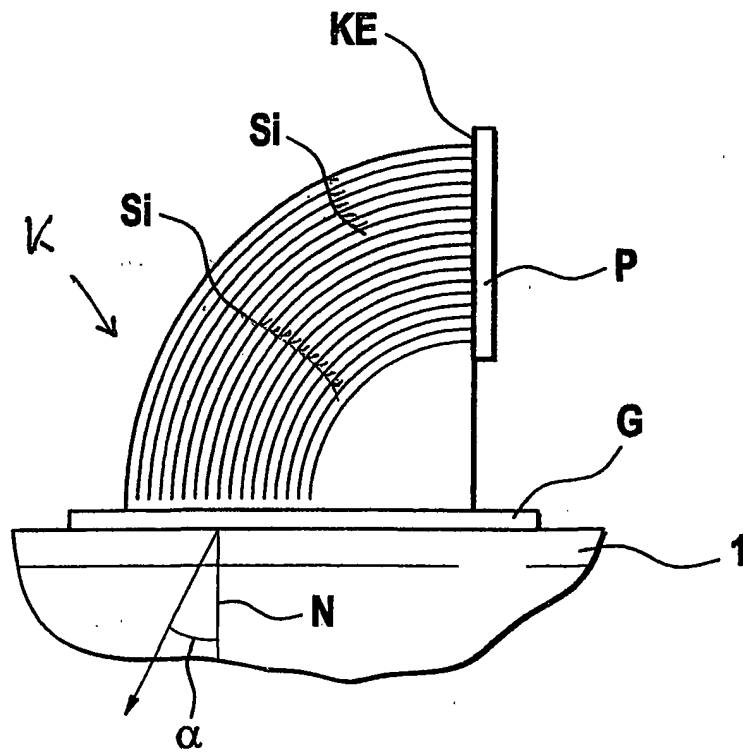
Dadurch wird die Laufzeit der Ultraschallwellen unwesentlich beeinflusst, was sich insgesamt positiv auf die Genauigkeit der Differenzlaufzeit-Messung auswirkt.

Patentansprüche

- 5 1. Koppelement für ein Ultraschall-Durchflußmeßgerät, das mehrere
Segmente Si aufweist, die getrennt voneinander von einer Kontaktebene KE für
ein Piezoelement P bis zu einer Grundplatte G verlaufen, wobei die Länge der
einzelnen Segmente Si so bestimmt ist, daß an der Grundplatte G
Ultraschallwellen unter einem bestimmten Winkel α abgestrahlt bzw.
10 empfangen werden.
2. Koppelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das
Koppelement K einstückig ausgebildet ist.
- 15 3. Koppelement nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das
Koppelement K aus Metall ist.
4. Koppelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1, dadurch
gekennzeichnet, daß die Segmente Si als Kreissegmente ausgebildet.

Fig. 1



**Fig. 2**